

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
7 août 2003 (07.08.2003)

PCT

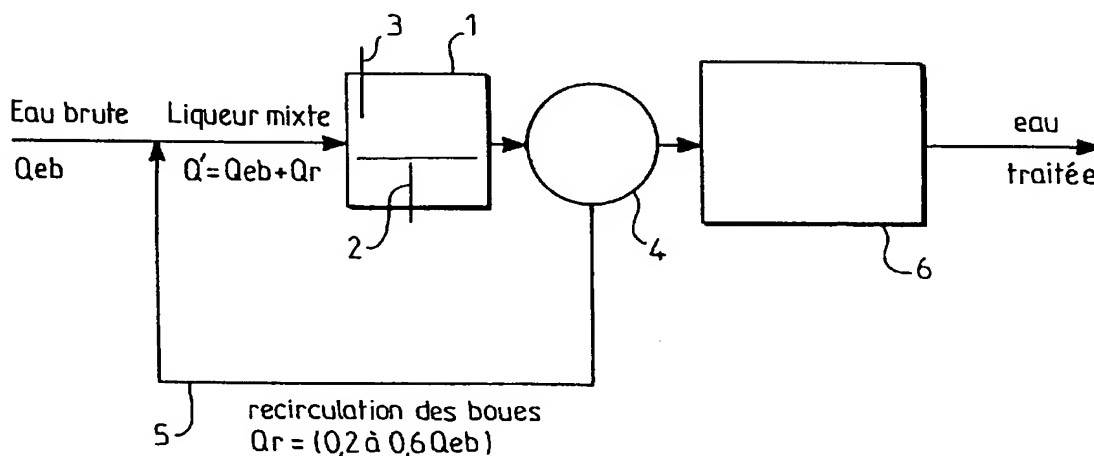
(10) Numéro de publication internationale
WO 03/064334 A1

- (51) Classification internationale des brevets⁷ : C02F 3/12 (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : ONDEO
DEGREMONT [FR/FR]; 183 Avenue du 18 juin 1940,
F-92508 RUEIL MALMAISON (FR).
- (21) Numéro de la demande internationale : PCT/FR03/00267 (72) Inventeur; et
(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : MORGOUN,
Serge [FR/FR]; 10 rue Gaston Gaudet, F-78790 ARNOU-
VILLE LES MANTES (FR).
- (22) Date de dépôt international : 28 janvier 2003 (28.01.2003)
- (25) Langue de dépôt : français (74) Mandataires : ARMENGAUD, Alain etc.; Cabinet AR-
MENGAUD AINE, 3, Avenue Bugeaud, F-75116 PARIS
(FR).
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité : 02/01045 29 janvier 2002 (29.01.2002) FR (81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD AND PLANT FOR BIOLOGICAL TREATMENT OF AQUEOUS EFFLUENTS FOR PURIFICATION
THEREOF

(54) Titre : PROCÉDE ET DISPOSITIF DE TRAITEMENT BIOLOGIQUE D'EFFLUENTS AQUEUX, EN VUE DE LEUR
EPURATION



(57) Abstract: The invention relates to a method for the biological treatment of effluents contaminated with impurities of urban or industrial origin, characterised in employing a single aeration tank (1) with a high mass charge in which the raw effluent or mechanically pre-treated effluent is mixed without previous decantation with a free microbial culture of the activated sludge type, growing in a lightly aerated medium, of the order of 0.1 to 0.2 kg O₂/kg BOD₅ removed, the organic charge applied having a value equal to or greater than at least 2 kg COD/kgSM/day, preferably equal to or greater than 4 kg COD/kgSM/day, the hydraulic residence time for the raw effluent in the single aeration tank being between 30 and 90 minutes, preferably between 40 and 60 minutes.

(57) Abrégé : Procédé de traitement par voie biologique des effluents chargés d'impuretés d'origine urbaine ou industrielle, caractérisé en ce qu'il met en oeuvre un bassin unique d'aération (1) à forte charge massique dans lequel l'effluent brut, ou mécaniquement prétraité, est mélangé, sans décantation préalable, à une culture microbienne libre du type boue activée, évoluant en milieu faiblement aéré, de l'ordre de 0,1 à 0,2 kg O₂/kg DBO₅ éliminée, la charge organique appliquée

[Suite sur la page suivante]



DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

étant égale ou supérieure à au moins 2 kgDCO/kgMS.j, de préférence égale ou supérieure à 4 kgDCO/kgMS.j, le temps de séjour hydraulique de l'effluent brut dans le bassin unique d'aération étant compris entre 30 et 90 minutes, de préférence entre 40 et 60 minutes.

**Procédé et dispositif de traitement biologique d'effluents
aqueux, en vue de leur épuration**

5

La présente invention concerne le traitement biologique d'effluents aqueux, tels que notamment les eaux usées domestiques et les eaux usées industrielles, en vue de leur épuration.

10 Plus précisément, l'invention concerne un procédé et un dispositif perfectionnés de traitement biologique de tels effluents mettant en œuvre des cultures libres de micro-organismes selon la technique des boues activées, afin d'éliminer la pollution carbonée contenue dans les effluents à traiter.

Parmi les procédés connus d'épuration mettant en œuvre des cultures libres de micro-organismes, ceux utilisant des boues activées dites « faibles charges » sont
15 de plus en plus fréquemment mis en œuvre.

Ces procédés de type « extensif » ont pour caractéristique de travailler à faibles charges massiques et volumiques appliquées, avec des temps de séjour hydraulique élevés et une boue moyennement décantable, ce qui conduit à la réalisation d'ouvrages de dimensions importantes, aussi bien au niveau du bassin
20 d'aération qu'au niveau du système de clarification.

En outre, les dispositifs mettant en œuvre ces procédés classiques d'épuration nécessitent généralement une chaîne d'appareils spécialisés qui assurent successivement le dégrillage, le dessablage, le dégraissage et la décantation primaire de l'effluent à traiter, ces appareils étant positionnés en amont de l'étape de
25 traitement biologique proprement dit par boues activées.

On comprend que les installations selon cet état antérieur de l'art sont coûteuses, tant en ce qui concerne leur construction que leur exploitation et leur maintenance.

Afin de pallier ces inconvénients, la présente invention apporte un procédé de
30 traitement par voie biologique des effluents chargés d'impuretés d'origine urbaine ou industrielle, caractérisé en ce qu'il met en œuvre un bassin unique d'aération à forte charge massique dans lequel l'effluent brut, ou mécaniquement prétraité, est

mélangé, sans décantation préalable, à une culture microbienne libre du type boue activée, évoluant en milieu faiblement aéré, de l'ordre de 0,1 à 0,2 kg O₂/kg DBO₅ éliminée, la charge organique appliquée étant égale ou supérieure à au moins 2 kgDCO/kgMS.j, de préférence égale ou supérieure à 4 kgDCO/kgMS.j, le temps de
5 séjour hydraulique de l'effluent brut dans le bassin unique d'aération étant compris entre 30 et 90 minutes, de préférence entre 40 et 60 minutes.

On comprend que l'ensemble qui, dans une installation selon l'état antérieur de la technique, est constitué par le décanteur primaire et le bassin d'aération est remplacé, selon l'invention, par un unique bassin d'aération à forte charge massique.

10 On sait que la charge massique est définie par le rapport entre le flux de pollution journalière exprimée en DCO ou en DBO₅ et la quantité de matières sèches présente dans le bassin d'aération. Pour la mise en œuvre du procédé objet de l'invention, il convient que la valeur de cette charge massique s'établisse au-delà de 1,5 kgDBO₅/kgMS/j., et ce avec une concentration en matières solides comprise
15 entre 0,5 et 2,5gMS/l, ce qui conduit à des charges volumiques appliquées supérieures à 3 kgDBO₅/m³/j.

Grâce à ces caractéristiques selon l'invention, le volume du bassin unique d'aération est réduit au minimum selon un facteur 10 par rapport au bassin de traitement à boues activées des installations classiques en aération prolongée et faible
20 charge appliquée.

Le procédé objet de l'invention tel que défini ci-dessus est basé sur la biosorption: dans un bassin d'aération à très forte charge, une partie de la pollution carbonée dissoute, la quasi-totalité de la fraction colloïdale et particulaire étant biosorbées par le floc de la boue activée.

25 En effet, le fait que, selon l'invention, l'action épuratoire soit basée essentiellement sur des phénomènes de biosorption et non sur des phénomènes biologiques oxydatifs ou fermentaires et que le procédé permette d'éviter une décantation primaire et la mise en place de dessablage et de dégraissage permet de maintenir une teneur élevée en matières colloïdales et particulaires dans l'effluent à
30 traiter, composés favorisant la biosorption.

La biosorption peut être décrite comme un phénomène physico-chimique où l'élimination de la pollution correspond à un transfert de matière rapide de la phase liquide vers le floc, et ce par adsorption, absorption et piégeage.

Trois mécanismes se produisent immédiatement lorsque l'effluent entre au contact de la boue (voir Eikelboom-1982 in Bulking of Activated Sludge: Preventive and remedial Methods, Ellis Horward Publ., Chichester, 90-105 "Biosorption and prevention of bulking sludge by means of a high floc loading") et se superposent dans le phénomène global dénommé "biosorption", à savoir :

- 1- La rétention des produits colloïdaux par adsorption physico-chimique sur le floc ("fixation de surface"), ce qui conduit à un alourdissement de celui-ci;
- 2- La rétention des matières en suspension par imbrication dans le floc biologique;
- 3- L'absorption extra- et intracellulaire des matières organiques solubles par les microorganismes.

Aux temps de séjour hydrauliques très courts imposés par la présente invention (entre 30 et 90 minutes), la population microbienne n'a pas le temps d'hydrolyser et de métaboliser la pollution adsorbée.

L'absorption reflète au contraire le comportement bactérien et sa capacité à accumuler des réserves nutritives : le "stockage" intracellulaire pour oxydation ultérieure peut correspondre à 50% de la masse du microorganisme (voir Ekama G.A. et al., 1979, journal WPCF, 51, 3, 534-556 « Dynamic behavior of the activated sludge process »).

Dans le procédé selon la présente l'invention, cette absorption n'est rendue possible que si les bactéries sont maintenues en situation de « stress », ce qui suppose un apport minimal en énergie oxydative. Par conséquent, selon une caractéristique du procédé objet de l'invention, ce dernier est piloté à la limite de l'anaérobiose, en régulant la teneur en oxygène dissous à des valeurs comprises entre 0,1 et 1 g/l.

On comprend que le procédé selon l'invention tel que défini ci-dessus est basé sur le piégeage de la pollution par l'adsorbant « Boue Activée » et ce sans dégradation biologique par voie oxydative ou fermentaire, la boue activée mise en œuvre évoluant en permanence à forte charge massique appliquée, tout en

maintenant une faible aération pour garantir l'énergie de brassage au système et l'énergie suffisante à la biosorption.

Des niveaux élevés en charge appliquée favorisent les phénomènes d'adsorption et d'absorption, tout en conservant la biomasse en état de maintenance avec une
5 vitesse de croissance quasi-nulle. Ces conditions, caractéristiques du procédé de l'invention, confèrent à la boue très forte charge des propriétés tout à fait exceptionnelles et notamment les suivantes :

- 10 - la pollution décantable conservée en l'absence de prétraitement primaire permet de lester le floc formé et d'obtenir ainsi une excellente clarification ; l'indice de boue est remarquable avec des valeurs de l'ordre de 40ml/g, valeurs qui ne sont pas obtenues en procédé forte charge, selon l'état antérieur de la technique dans lequel le bassin d'aération est précédé d'un décanteur primaire;
- 15 - la très bonne qualité de la boue très forte charge qui présente une concentration en matières en suspension de l'ordre de 0,5 à 2,5g/l, de préférence entre 0,6 et 1,5 g/l (ces valeurs pouvant être comparées aux valeurs de 3 à 4 g/l qui sont préconisées dans l'état antérieur de l'art, notamment dans FR-A-2 594 113) permet d'appliquer des vitesses ascensionnelles élevées (>2m/h) dans le clarificateur qui est associé au bassin d'aération unique, ainsi qu'on le décrira ci-après ;
- 20 - l'aération est un paramètre qui pèse sur la performance de tout système biologique ; paradoxalement, selon le procédé objet de l'invention, pour une boue très forte charge, le besoin en oxygène est maintenu limitant pour garantir une bonne biosorption, aux dépens d'un bilan épuratoire réduit sur la matière organique facilement assimilable ;
- 25 - cette limitation du métabolisme oxydatif est d'autant plus facilement obtenu que le temps de séjour hydraulique est maintenu à une faible valeur.

L'intérêt d'un système à forte ou très forte charge appliquée, selon la présente invention, par rapport aux systèmes à faible charge, est considérable.

De tels systèmes, dits « intensifs », permettent la conception d'ouvrages
30 beaucoup plus compacts pour le même volume de pollution entrante à traiter, aussi

bien au niveau du bassin d'aération qu'au niveau du système de clarification, les boues ayant une excellente décantabilité.

Le phénomène de biosorption se déroulant dans le procédé objet de la présente invention se caractérise par des cinétiques de réactions supérieures (facteur
5 2 à 3) aux réactions biologiques observées dans les boues activées classiques, et ce avec un faible apport en air (respectivement 0,1 à 0,2kg O₂/ kg DBO₅ éliminée contre 0,6kg O₂/ kg DBO₅ éliminée).

En ce qui concerne les temps de réaction, les ordres de grandeur sont les suivants :

- 10 - 15 minutes pour la biosorption selon le procédé objet de l'invention ;
- 30 à 45 minutes environ pour la métabolisation selon les procédés classiques.

Le procédé objet de la présente invention se distingue nettement de l'état antérieur de la technique des procédés dits à très forte charge, par des conditions particulières de mise en œuvre de la culture libre, permettant de la faire évoluer de
15 manière permanente en milieu faiblement aéré et à charge massique appliquée élevée pour favoriser les phénomènes de biosorption et de stockage de DBO.

Ainsi, le procédé à boues activées très forte charge mis au point par le professeur Boehnke (voir Boehnke B. et al., 1997, Water Environment&Technology, 23-27 « AB Process removes organics and nutrients » et Boehnke B. et al., 1998,
20 Water Engineering&Management, 31-34 « Cost-effective reduction of high-strength wastewater by adsorption-based activated sludge technology ») ne fait pas référence à des phénomènes de biosorption, mais à une pression de sélection microbiologique, conduisant à une spécificité par adaptation de la biocénose, se traduisant par l'apparition d'une population bactérienne spécifique des procédés Très Forte Charge,
25 plus active métaboliquement parlant. Aucune référence n'est faite, dans cet état antérieur de la technique, à la biosorption comme mécanisme épuratoire essentiel, ce phénomène n'étant utilisé que comme tampon lors des à-coups de charge.

D'autre part, les rendements épuratoires obtenus sont faibles (aux alentours de 50% pour la DBO₅), alors que le procédé objet de la présente invention permet
30 d'obtenir des abattements moyens de l'ordre de 75% pour la DBO₅ et 80% pour les MES.

L'état antérieur de l'art, relatif aux procédés intensifs, ne permet pas à l'homme du métier de maîtriser la mise en œuvre et la conduite d'un procédé à boue activée, tel que le procédé à forte charge ou très forte charge, objet de l'invention. En effet, il est bien connu de l'homme du métier que ces systèmes sont très sensibles
5 aux à-coups de charge, surcharges hydrauliques ou biologiques, se traduisant par une dégradation rapide des performances et de la qualité requise de l'eau traitée (en termes de pollution carbonée, matières en suspension).

Ainsi, classiquement lors des événements pluvieux, où l'on constate une dégradation de la composition de l'eau à traiter, ces procédés intensifs s'avèrent
10 inadaptés avec un risque de lessivage, pouvant être très rapide, des matières solides contenues dans le réacteur, rendant le traitement de l'effluent à la qualité requise impossible, avec des retours à une situation normale pouvant dépasser les 48 heures.

Le procédé objet de l'invention, comme tout système biologique dit intensif, montre une très grande réactivité aux variations des paramètres de l'eau brute.

15 Etant donné le ratio important de pollution sur la biomasse présente et par conséquent la faible concentration de cette dernière (1 à 2g/l de MES), une variation importante des caractéristiques de l'eau brute provoque très rapidement un déséquilibre du système.

A la différence du procédé à boues activées en aération prolongée, système
20 dit extensif, le procédé à très forte charge ne dispose que d'un faible pouvoir tampon.

Une diminution importante des concentrations de l'effluent provoque immédiatement un lessivage de la biomasse présente dans le système ; de la même manière, une augmentation importante des teneurs en charge polluante de l'eau brute provoque rapidement une augmentation de la concentration en matières en
25 suspension dans le bassin unique d'aération et une possible surcharge du clarificateur qui lui est associé, ainsi qu'on le verra ci-après.

Afin de rendre très souple le procédé objet de la présente invention, lui permettant de supporter des variations de charge volumique ou massique, on prévoit un système de régulation, par modulation du taux de recirculation de la liqueur mixte
30 dans le bassin d'aération unique, cette régulation étant effectuée de manière à maintenir les matières solides (matières en suspension + biomasse) dans une plage

définie, de préférence comprise entre environ 1,0 et 1,5 g/l, et elle est assurée par la mesure en continu de la turbidité de la boue activée ou de la liqueur mixte, cette mesure étant couplée à un asservissement du débit de recirculation ou d'extraction de ladite liqueur mixte.

- 5 Selon l'invention, on peut également prévoir une régulation de l'apport d'air dans le bassin unique, ceci afin de maintenir une faible consigne en oxygène dissous, par exemple entre 0,1 et 1 mg/l. En effet, l'excédent d'oxygène dissous peut être utilisé pour l'oxydation de la matière organique très facilement assimilable, ce qui doit être évité dans le cas du procédé selon l'invention dans lequel on cherche à
- 10 favoriser le phénomène de biosorption.

L'invention vise également une installation pour la mise en œuvre du procédé défini ci-dessus. Cette installation est caractérisée en ce qu'elle comporte :

- un réacteur à culture libre évoluant en milieu aéré, ce réacteur, qui constitue ledit bassin d'aération unique comportant des moyens d'apport de l'air de façon
- 15 continue ou intermittente avec un brassage associé,
- des moyens de mesure en continu de la turbidité de la boue activée ou de la liqueur mixte et des moyens de mesure de la concentration en oxygène dissous, dont les données sont traitées par un système d'asservissement d'une part, du débit de recirculation ou d'extraction de la liqueur mixte pour maintenir une
- 20 teneur constante en matières solides dans ledit réacteur et, d'autre part de l'apport d'air pour maintenir une faible teneur résiduelle en oxygène dissous dans ledit réacteur,
- un clarificateur intermédiaire effectuant la séparation de la boue de l'effluent dépollué, et
- 25 - un circuit de recirculation de la boue depuis le clarificateur intermédiaire vers le réacteur à culture libre, le débit de la recirculation (ou de l'extraction) étant asservi à la mesure de la turbidité dans le réacteur.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-après, en référence aux dessins annexés qui en illustrent un

30 exemple de réalisation dépourvu de tout caractère limitatif. Sur les dessins :

- la figure 1 représente de façon schématique une installation selon la présente invention et,
- la figure 2 est une courbe illustrant la variation de la constante de biosorption en fonction de la charge appliquée dans un exemple de mise en œuvre du procédé de l'invention.

En se référant à la figure 1, on voit que, dans cet exemple de réalisation, le dispositif selon l'invention comporte un réacteur, ou bassin d'aération unique, à boues activées sous forte charge, désigné par la référence 1, ce réacteur comportant des moyens 2 d'apport en air, de façon continue ou intermittente, l'énergie de brassage étant fournie mécaniquement, avec un système d'asservissement à la teneur en oxygène dissous, et une sonde 3 de mesure de la turbidité. Dans cet exemple de réalisation, un décanteur intermédiaire 4 est associé au réacteur 1 de façon à effectuer la séparation de la boue de l'effluent dépollué. L'installation comporte en outre un circuit 5 de recirculation des boues depuis le décanteur intermédiaire 4 vers le réacteur à culture libre 1, le débit de la recirculation des boues (ou de l'extraction de ces dernières du décanteur intermédiaire 4) étant asservi à la mesure de turbidité fournie par la sonde 3.

A cet équipement de base du dispositif selon l'invention, on peut prévoir divers moyens, de type connu, permettant de compléter le traitement de l'effluent. Ainsi, le dispositif peut comporter un second étage 6 qui peut être :

- un réacteur de nitrification à biomasse fixée à support fixe ou mobile (selon les contraintes de rejet des matières en suspension), recevant l'effluent intermédiaire provenant du décanteur-clarificateur 4 ;
- un réacteur de dénitrification à biomasse fixée à support fixe ou mobile (selon les contraintes de rejet des matières en suspension), recevant l'effluent intermédiaire provenant du réacteur de nitrification. Le carbone assimilable nécessaire peut être fourni de façon externe (sous forme de méthanol par exemple), ou provenir d'une digestion anaérobie des boues extraites du réacteur, ces dernières étant hautement fermentescibles ;
- un réacteur de digestion anaérobie ou tout autre système d'hydrolyse des boues pour liquéfier la fraction fermentescible de ces boues et fournir le carbone

facilement assimilable nécessaire au procédé de dénitrification ou à un procédé de méthanisation; les boues restantes rendues inertes après hydrolyse étant séparées par tout procédé approprié tel que centrifugation, microfiltration ;

- un réacteur de méthanisation pour produire du biogaz et ainsi fournir une partie de l'énergie nécessaire au fonctionnement du procédé.

De préférence, le réacteur 1 fonctionnant avec des boues activées à très forte charge est réalisé sous la forme d'un bassin d'aération, connu, en termes de génie chimique, sous le nom de « bioréacteur à mélange intégral » qui assure un brassage efficace avec une consommation d'énergie peu élevée ; étant donné que les caractéristiques de l'eau sont les mêmes en tous points du bassin, le phénomène de biosorption sera favorisé.

Ce type de bassin a pour inconvénient d'être sensible aux variations de débit et de caractéristiques du liquide à traiter, phénomènes très fréquemment observés dans le domaine du traitement des eaux résiduaires. Etant donné que, selon l'invention, on prévoit un asservissement de la teneur en oxygène, ladite sensibilité au débit et au flux de pollution n'aura pas de répercussion sur le traitement de l'effluent.

Ainsi qu'on l'a mentionné ci-dessus, afin de permettre au réacteur 1 de supporter des variations de charge volumique ou massique, l'invention prévoit un système de conduite, par modulation du taux de recirculation de la liqueur mixte (circuit 5), pour maintenir les matières solides (MES + biomasse) dans la plage définie, de préférence aux alentours de 1.0 - 1.5g/l, comme spécifié ci-dessus. Dans ce but, on effectue une mesure en continu de la turbidité, à l'aide du turbidimètre à sonde 3, ou de tout autre capteur approprié et connu de l'homme de l'art, par exemple : compteur de particules, spectrophotomètre, ..., cette mesure étant couplée à un dispositif d'asservissement du débit de recirculation ou d'extraction de la liqueur mixte. A l'aide de corrélations issues d'abaques correctrices, cette mesure permet de caractériser de manière globale la teneur en matières solides en suspension du milieu, décrivant ainsi les conditions de fonctionnement de l'installation.

L'intérêt pratique d'utilisation de ce paramètre pour la régulation des procédés épuratoires par boues activées a déjà été souligné. Ainsi, FR-A-2 784 093

décrit un procédé de gestion automatisée de la recirculation élaborée dans le but de maîtriser le temps de séjour des boues en clarification secondaire dans les procédés à boues activées et ce procédé utilise un signal représentant la concentration de boues obtenu à partir d'un capteur positionné dans la ligne de recirculation. Par ailleurs, 5 FR-A-2 795 713 utilise la mesure de turbidité pour caractériser la charge polluante contenue dans l'eau brute, cette mesure étant associée à la pollution colloïdale et particulaire.

Dans la présente invention le signal obtenu doit représenter la concentration en matières solides, le phénomène de biosorption ne se faisant pas uniquement avec 10 les micro-organismes mais aussi avec les matières en suspension présentes dans les boues. Dans ces conditions, dans le dispositif selon l'invention le capteur tel que 3 doit être positionné soit directement dans le réacteur biologique 1 comme illustré sur la figure 1, soit en sortie dudit réacteur, sur la ligne d'eau alimentant le clarificateur associé 4. Le positionnement se fera dans les règles de l'art connu de l'homme de 15 métier selon le type de capteur choisi.

La régulation mise en œuvre selon l'invention peut consister à définir quatre intervalles de concentrations en matières en suspension MS, dans le bassin unique d'aération 1. A chaque intervalle correspond un fonctionnement adapté, soit de la 20 pompe de recirculation des liqueurs mixtes du clarificateur 4 vers le bassin d'aération 1, soit de la pompe d'extraction des boues.

Le contrôle de la concentration en matières en suspension MS à partir de l'asservissement du débit d'extraction permet d'obtenir un débit total très peu variable (eau usée+recirculation) à travers le système.

Grâce à cette régulation, il est possible de réduire les variations de 25 concentration en matières en suspension, en périodes normales, et de revenir ensuite rapidement à un fonctionnement normal en cas de perturbations dues par exemple à des à-coups de charge, à des événements pluvieux etc...

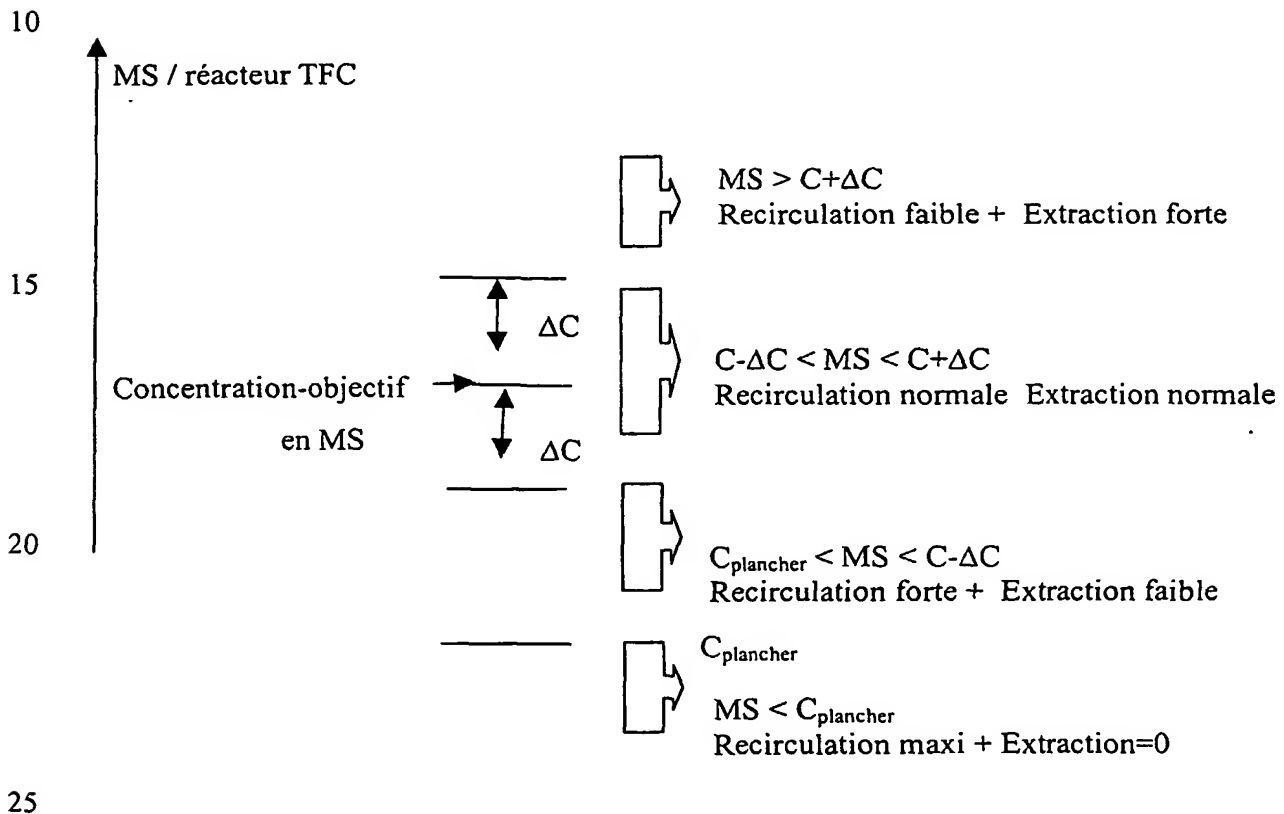
De préférence, les consignes définies sont les suivantes : concentration objectif 1.5g/l, écart de concentration ± 0.3 g/l, concentration plancher 1g/l.

30 Lors d'un événement pluvieux, la dilution des polluants contenus dans l'eau brute conduit à une baisse des matières solides appliquées dans le réacteur 1. Cette

variation provoque immédiatement une augmentation du débit de recirculation ou une diminution du débit d'extraction pour éviter tout risque de lessivage (élimination des matières solides contenues dans le réacteur).

Lors des pointes journalières, les concentrations en polluants augmentent, ainsi que les charges appliquées; cette variation provoque immédiatement une réduction du débit de recirculation ou une augmentation du débit d'extraction, pour éviter une saturation du clarificateur qui se traduirait par des pertes en boues au niveau de l'eau traitée.

Le tableau ci-après illustre le mode de mise en œuvre de cette régulation.



Selon une autre caractéristique de la présente invention, on prévoit également une régulation de l'apport d'air afin de maintenir une faible consigne en oxygène dissous. Cette régulation, basée sur la génération de deux consignes différentes de débit d'air suivant la concentration en oxygène dissous dans le bassin d'aération 1 et dont la mise en œuvre est bien connue de l'homme de métier, servira à maintenir constamment un résiduel en oxygène dissous compris entre 0,1 et 1 mg/l. La

régulation peut aussi être obtenue par arrêt de l'aération en fournissant l'énergie de brassage par voie mécanique.

Ainsi, selon l'invention, on effectue un asservissement de deux paramètres distincts : le débit de recirculation ou d'extraction de la liqueur mixte pour maintenir
5 une teneur constante en matières solides dans le réacteur biologique 1, et la maîtrise des moyens d'apport en air 2 pour maintenir un faible résiduel en oxygène dissous dans le réacteur biologique.

Comme on le comprend, l'association d'un procédé à boues activées très forte charge à un système de conduite optimisée, basé sur l'asservissement des
10 moyens de recirculation ou d'extraction de la liqueur mixte et d'apport en air, permet non seulement d'obtenir un niveau de traitement élevé de la pollution carboné dans un réacteur compact associé à un clarificateur lui-aussi compact, mais surtout de maîtriser le procédé et ses performances dans le temps et ceci même lors des périodes de surcharge hydraulique.

15 L'exemple de mise en œuvre indiqué dans le tableau ci-après fait ressortir la résistance au lessivage, dans une installation selon l'invention fonctionnant sous forte charge, d'une part sans asservissement et, d'autre part avec asservissement, et la figure 2 représente la courbe de la variation de la constante A_o de biosorption en fonction de la charge massique appliquée C_{ma} , exprimée en DCO totale. L'examen
20 de cette courbe montre que, plus la charge appliquée est élevée, plus la constante de biosorption est élevée.

25

30

Exemples de TFC (Très Forte Charge) : résistance au lessivage

Sans asservissement	MS (g/l)	CMa Kg DCOt/kg MS.j	Rendit DCOt (%)	Rendit MeS (%)
Jour 1	1.5	13.6	64	71
Jour 2	LESSIVAGE			
Jour 3	0.4	17.3	45	51
Jour 4	1.0	22.8	44	50
Jour 5	1.4	14.7	58	65

Avec asservissement	MS (g/l)	CMa Kg DCOt/kg MS.j	Rendit DCOt (%)	Rendit MeS (%)
Jour 1	2.0	10.8	64	73
Jour 2	1.8			
Jour 3	1.7	9.8	62	68
Jour 4	1.9	10.7	61	67
Jour 5	2.0	9.7	58	75

REVENDEICATIONS

1 - Procédé de traitement par voie biologique des effluents chargés d'impuretés d'origine urbaine ou industrielle, caractérisé en ce qu'il met en œuvre un bassin unique d'aération (1) à forte charge massique dans lequel l'effluent brut, ou mécaniquement prétraité, est mélangé, sans décantation préalable, à une culture microbienne libre du type boue activée, évoluant en milieu faiblement aéré, de l'ordre de 0,1 à 0,2 kg O₂/kg DBO₅ éliminée, la charge organique appliquée étant égale ou supérieure à au moins 2 kgDCO/kgMS.j, de préférence égale ou supérieure à 4 kgDCO/kgMS.j, le temps de séjour hydraulique de l'effluent brut dans le bassin unique d'aération étant compris entre 30 et 90 minutes, de préférence entre 40 et 60 minutes et en ce que, dans ledit bassin unique d'aération (1) une partie de la pollution carbonée dissoute et la quasi totalité de la fraction colloïdale et particulaire de l'effluent sont biosorbées par le floc de la boue activée.

2 - Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que la valeur de ladite charge massique s'établit au-delà de 1,5 kgDBO₅/kgMS/j., avec une concentration en matières solides comprises entre 0,5 et 2,5gMS/l, conduisant à des charges volumiques appliquées supérieures à 3 kgDBO₅/m³/j.

3 - Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il est piloté à la limite de l'anaérobiose, en régulant la teneur en oxygène dissous à des valeurs comprises entre 0,1 et 1g/l.

4 - Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que la boue très forte charge présente une concentration en matières en suspension de l'ordre de 0,5 à 2,5g/l, de préférence entre 0,6 et 1,5 g/l.

5 - Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que l'on prévoit un système de régulation, par modulation du taux de recirculation de la liqueur mixte dans le bassin d'aération unique, cette régulation étant effectuée de manière à maintenir les matières solides (matières en suspension + biomasse) dans une plage définie, de préférence comprise entre environ 1,0 et 1,5 g/l, et elle est assurée par la mesure en continu de la turbidité de la boue activée ou de la

liqueur mixte, cette mesure étant couplée à un asservissement du débit de recirculation ou d'extraction de ladite liqueur mixte.

6 - Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comporte une régulation de l'apport d'air dans le bassin unique (1), afin
5 de maintenir une faible consigne en oxygène dissous, de l'ordre de 0,1 à 1 mg/l.

7 - Installation pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce qu'elle comporte :

- un réacteur à culture libre (1) évoluant en milieu aéré, dans lequel une partie de la pollution carbonée dissoute ainsi que la quasi totalité de la fraction colloïdale et
10 particulaire de l'effluent sont biosorbées par le floc de la boue activée, ledit réacteur, qui constitue ledit bassin d'aération unique comportant des moyens d'apport de l'air de façon continue (2) ou intermittente, l'énergie de brassage étant alors fournie mécaniquement,
- des moyens (3) de mesure en continu de la turbidité de la boue activée ou de la
15 liqueur mixte et des moyens de mesure de la concentration en oxygène dissous, dont les données sont traitées par un système d'asservissement d'une part, du débit de recirculation ou d'extraction de la liqueur mixte pour maintenir une teneur constante en matières solides dans ledit réacteur et, d'autre part de l'apport d'air pour maintenir une faible teneur résiduelle en oxygène dissous dans ledit
20 réacteur,
- un clarificateur intermédiaire (4) effectuant la séparation de la boue de l'effluent dépollué, et
- un circuit de recirculation (5) de la boue depuis le clarificateur intermédiaire vers le réacteur à culture libre, le débit de la recirculation (ou de l'extraction) étant asservi à
25 la mesure de la turbidité dans le réacteur.

8 - Installation selon la revendication 7 caractérisée en ce que le réacteur 1 fonctionnant avec des boues activées à très forte charge est réalisé sous la forme d'un bassin d'aération à mélange intégral.

9 - Installation selon l'une des revendications 7 ou 8 caractérisées en ce que le
30 capteur (3) est positionné directement dans le réacteur biologique (1).

10 - Installation selon l'une des revendications 7 ou 8 caractérisées en ce que le capteur (3) est positionné en sortie dudit réacteur, sur la ligne d'eau alimentant le clarificateur associé (4).

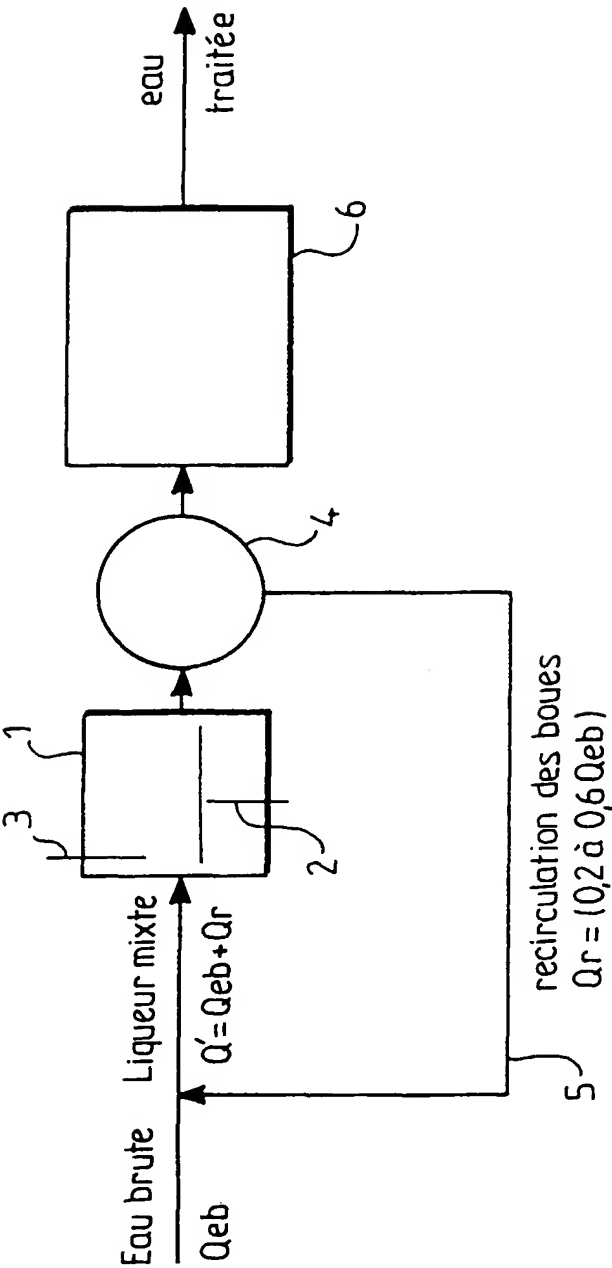


FIG.1

2/2

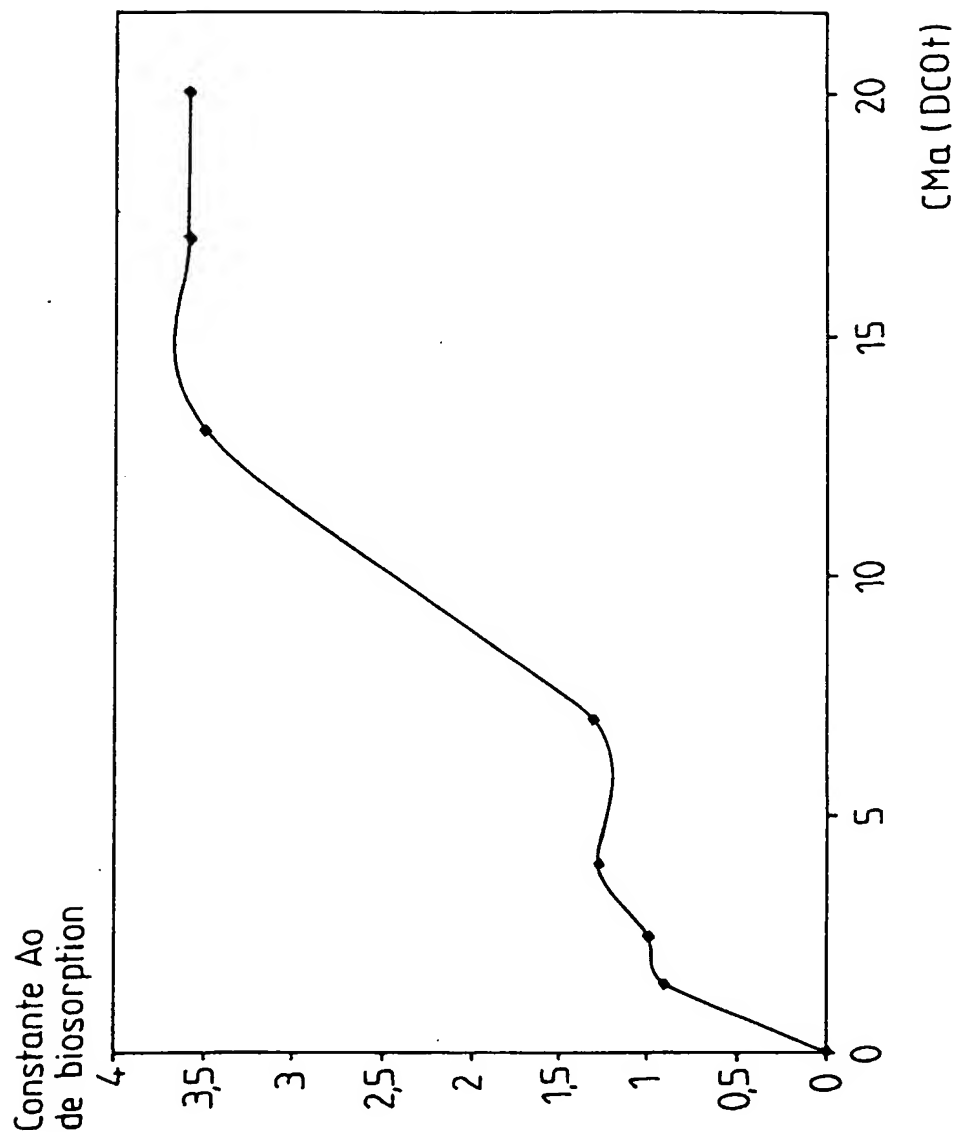


FIG.2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 03/00267

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 C02F3/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 C02F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 254 778 B1 (CHUDOBA PAVEL ET AL) 3 July 2001 (2001-07-03)	1-3
Y	column 5, line 61 - line 63 column 6, line 50 - line 67 column 7, line 25 - line 29 column 8, line 48 - line 65 column 10, line 8 - line 11 ---	5,6
X	US 4 442 005 A (BREIDER EDMUND J) 10 April 1984 (1984-04-10)	7-9
Y	column 3, line 57 - column 4, line 25 column 6, line 18 - line 22 ---	5,6
X	DE 100 09 251 A (HYDRO INGENIEURE PLANUNGSGESEL)	7,8
Y	6 September 2001 (2001-09-06) the whole document --- -/--	5,6

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 June 2003

Date of mailing of the international search report

03/07/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gonzalez Arias, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 03/00267

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 26 31 825 A (BBC BROWN BOVERI & CIE)	7,8
Y	19 January 1978 (1978-01-19) page 5, paragraph 4 -page 6, paragraph 2 -----	5,6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 03/00267

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6254778	B1	03-07-2001	FR 2753191 A1 13-03-1998
		AT 198871 T 15-02-2001	
		AU 4211297 A 02-04-1998	
		DE 69703984 D1 01-03-2001	
		DE 69703984 T2 21-06-2001	
		DE 925258 T1 09-12-1999	
		EP 0925258 A1 30-06-1999	
		ES 2133250 T1 16-09-1999	
		WO 9811027 A1 19-03-1998	
		PT 925258 T 29-06-2001	
US 4442005	A	10-04-1984	DE 3115104 A1 28-10-1982
DE 10009251	A	06-09-2001	DE 10009251 A1 06-09-2001
DE 2631825	A	19-01-1978	DE 2631825 A1 19-01-1978

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 C02F3/12

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 C02F

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 6 254 778 B1 (CHUDOKA PAVEL ET AL) 3 juillet 2001 (2001-07-03)	1-3
Y	colonne 5, ligne 61 - ligne 63 colonne 6, ligne 50 - ligne 67 colonne 7, ligne 25 - ligne 29 colonne 8, ligne 48 - ligne 65 colonne 10, ligne 8 - ligne 11 ---	5,6
X	US 4 442 005 A (BREIDER EDMUND J) 10 avril 1984 (1984-04-10)	7-9
Y	colonne 3, ligne 57 - colonne 4, ligne 25 colonne 6, ligne 18 - ligne 22 ---	5,6
X	DE 100 09 251 A (HYDRO INGENIEURE PLANUNGSGESEL) 6 septembre 2001 (2001-09-06)	7,8
Y	le document en entier ---	5,6
-/-		

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

G document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

26 juin 2003

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

03/07/2003

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Gonzalez Arias, M

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	DE 26 31 825 A (BBC BROWN BOVERI & CIE) 19 janvier 1978 (1978-01-19)	7,8
Y	page 5, alinéa 4 -page 6, alinéa 2 -----	5,6

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Requête internationale No

PCT/FR 03/00267

Document brevet cité au rapport de recherche	Classe de publication	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6254778	B1	03-07-2001	FR 2753191 A1	13-03-1998
			AT 198871 T	15-02-2001
			AU 4211297 A	02-04-1998
			DE 69703984 D1	01-03-2001
			DE 69703984 T2	21-06-2001
			DE 925258 T1	09-12-1999
			EP 0925258 A1	30-06-1999
			ES 2133250 T1	16-09-1999
			WO 9811027 A1	19-03-1998
			PT 925258 T	29-06-2001
US 4442005	A	10-04-1984	DE 3115104 A1	28-10-1982
DE 10009251	A	06-09-2001	DE 10009251 A1	06-09-2001
DE 2631825	A	19-01-1978	DE 2631825 A1	19-01-1978